



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 100 38 373 C 2

⑳ Aktenzeichen: 100 38 373.4-35
㉔ Anmeldetag: 7. 8. 2000
㉕ Offenlegungstag: 28. 2. 2002
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 9. 2002

㉑ Int. Cl.⁷:
H 03 F 3/30
H 04 L 5/06
H 04 M 1/738
H 03 F 1/48
H 04 B 3/36
// H04Q 3/24

DE 100 38 373 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

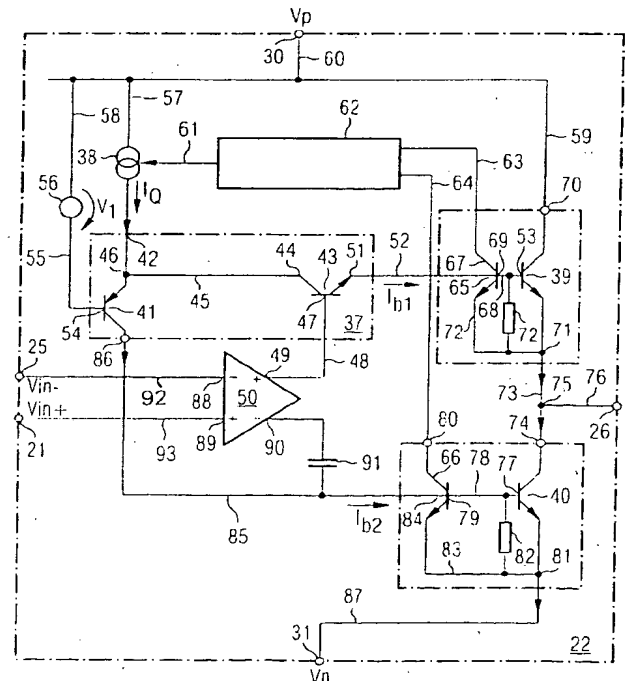
㉘ Vertreter:
PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner, 80801
München

㉙ Erfinder:
Koban, Rüdiger, Krumpendorf, AT

㉚ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 196 34 052 C2
DE 28 57 233 C1

㉛ Breitband-Treiberschaltung

㉜ Breitband-Treiberschaltung zum Treiben von Sprach- und Datensignalen, mit:
einer Stromaufteilungsschaltung (37), die einen durch eine Stromquelle (38) erzeugten Strom in Abhängigkeit von einem an einem Signaleingang (21) anliegenden Sprach- und Datensignal in zwei Basisströme (I_{b1} , I_{b2}) zum Ansteuern eines ersten Treibertransistors (39) und eines zweiten Treibertransistors (40) aufteilt, wobei die beiden Treibertransistoren (39, 40) gleichartig aufgebaut sind und wobei die Stromaufteilungsschaltung (37) einen NPN-Bipolartransistor bzw. einen NMOS-Transistor (43) aufweist, dessen Basisanschluss bzw. Gateanschluss (47) mit einem Ausgang (49) eines Regelverstärkers (50), dessen Kollektor- bzw. Drainanschluss (44) an einen Kaskodetransistor (41) angeschlossen ist und dessen Emmitter- bzw. Sourceanschluss (51) mit dem Basisanschluss (53) des ersten Treibertransistors (39) verbunden ist.



DE 100 38 373 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft eine hochlineare integrierte Breitband-Treiberschaltung zum Treiben von Sprach- und Datensignalen.

[0002] Die DE 196 34 052 C2 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung einer Gegentak-Endstufe. Die Gegentakendstufe weist zwei von Steuersignalen gesteuerte Endstufentransistoren auf, denen jeweils ein Sensortransistor in thermischer Kopplung zugeordnet ist, wobei aus den von den Sensortransistoren gelieferten Sensorströmen zwei identische Steuerströme erzeugt werden, die von den Steuersignalen der Endstufentransistoren subtrahiert werden.

[0003] Die DE 28 57 233 C1 beschreibt eine Halbleiter-Leistungsverstärkerschaltung mit einer Schutzschaltung, die zum Schutz des Ausgangstransistors gegenüber Störungen vorgesehen ist.

[0004] Bei dem ADSL-Verfahren (ADSL: Asymmetrical Digital Subscriber Line) handelt es sich um ein digitales Übertragungsverfahren für verdrehte Zweidrahtleitungen aus Kupfer zum Endteilnehmer im Ortsbereich für Breitbandanwendungen. Bislang erfolgte die gemeinsame Signalübertragung von Gleichspannungssignalen, analogen Sprachsignalen sowie Datensignalen derart, dass für jeden Signalanteil ein eigenständiger Signalpfad vorgesehen ist, der für die jeweiligen Anforderungen optimal ausgelegt ist.

[0005] Fig. 1 zeigt ein derartiges herkömmliches Schaltungskonzept nach dem Stand der Technik. Ein erster und zweiter digitaler Signalprozessor DSP in Niedervolt-Technologie dienen zur Signalverarbeitung von digitalen Sprachsignalen bzw. digitalen Datensignalen. Beiden Digital-Signalprozessoren DSP_A, DSP_B werden mit einer niedrigen Versorgungsspannung V_{DD} von beispielsweise +5 V betrieben. Der digitale Signalprozessor DSP_A für die digitalen Sprachsignale ist mit einer Sprachsignal-Treiberschaltung verbunden zum Treiben der Gleichspannungs- und analogen Sprachsignale. Die Sprachsignal-Treiberschaltung enthält einen Vorverstärker VV zur Verstärkung der niedrigen Spannungsamplituden des Sprachsignales. Die Verstärkung des Vorverstärkers VV wird durch die Dimensionierung der Widerstände R1 bis R4 festgelegt. Der Vorverstärker VV ist voll differentiell aufgebaut und weist zwei Signalausgänge auf. Die beiden Signalausgänge des Vorverstärkers VV sind jeweils mit dem nicht-invertierenden Eingang (plus) zweier Treiberschaltungen T1, T2 verbunden. Der Signalausgang der beiden Treiberschaltungen T1, T2 ist jeweils auf den nicht invertierenden Eingang der Treiberschaltung T1, T2 rückgekoppelt.

[0006] Für die Gleichspannungs-Sprachsignalübertragung muss die Sprachsignal-Treiberschaltung aus Kompatibilitätsgründen zu älteren Telefonsystemkonzepten Spannungen von bis zu 150 V übertragen können, beispielsweise zur Übertragung von Klingelsignalen. Die Sprachsignal-Treiberschaltung wird daher in einer Hochvolt-Technologie hergestellt und beispielsweise einer Versorgungsspannung von +60 V am positiven Versorgungsspannungsanschluss und -70 V am negativen Versorgungsspannungsanschluss betrieben. Die durch die Sprachsignal-Treiberschaltung übertragenen Signale sind herkömmliche Sprachsignale in einem Frequenzbereich von 300 Hz bis 3,4 kHz mit einer Signalamplitude von 1 V, Gleichspannungssignale im Bereich von 20 bis 100 V, Klingelsignale in einem Frequenzbereich von 20 bis 50 Hz bei einer Spannungsamplitude von 70 V sowie Teletax-Signale mit einem Frequenzbereich von 12 bzw. 16 kHz bei einer Signalamplitude von 5 V.

[0007] Die Signalausgänge der voll differentiell aufgebauten Sprachsignal-Treiberschaltung sind an einen Tiefpass TP angeschlossen, der Datensignale mit höherer Fre-

quenz entkoppelt.

[0008] Der für die digitalen Datensignale vorgesehene Digital-Sprachprozessor DSP_B ist mit einer Datensignal-Treiberschaltung verbunden. Die Datensignal-Treiberschaltung nach dem Stand der Technik, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, enthält einen ersten und zweiten Leitungstreiber T3, T4. Die beiden nicht-invertierenden Eingänge der beiden Leitungstreiberschaltungen T3, T4 sind mit dem digitalen Signalprozessor DSP_B verbunden. Die beiden invertierenden Eingänge der Treiberschaltungen T3, T4 sind über einen Widerstand R5 miteinander verbunden und über Widerstände R6, R7 jeweils an ihre Signalausgänge gekoppelt. Über Ausgangswiderstände R8, R9 sind die Treiberschaltungen T3, T4 der Datensignal-Treiberschaltung an einen nachgeschalteten Transformator angeschlossen. Die Datensignal-Treiberschaltung unterliegt hohen Linearitäts- und Signalbandbreiten-Anforderungen. Die Datensignal-Treiberschaltung wird daher herkömmlicherweise in schnellen komplementären Bipolar-Technologien oder BICMOS-Technologien realisiert. Die komplementär aufgebauten Treiberschaltungen T3, T4 der Datensignal-Treiberschaltung weisen komplementär aufgebaute Treibertransistoren auf. Die Treiberschaltung T3, T4 weisen technologisch bedingt eine maximale Betriebsspannung von ± 15 V auf.

[0009] Aufgrund der niedrigen Betriebsspannungen der Treiberschaltung T3, T4 muss das übertragende Datensignal auf den notwendigen Spannungswert von 36 V_p in einem Frequenzbereich von 0,13 bis 1,1 MHz hochtransformiert werden. Hierzu weist der Transformator eine Primärspule L1 und zwei Sekundärspulen L2a, L2b auf, die über einen Kondensator C miteinander verbunden sind. Das Wicklungsverhältnis zwischen den Sekundärspulen und der Primärspule beträgt beispielsweise zwei zur Verdopplung der Datensignalspannungen.

[0010] Die Ausgänge des Tiefpassfilters TP und des Transformators sind parallel an die Anschlussleitungen für das Endgerät angeschlossen.

[0011] Die in Fig. 1 gezeigte Leitungstreiberschaltungsanordnung nach dem Stand der Technik weist einige erhebliche Nachteile auf. Für die digitalen Datensignale sind jeweils unterschiedliche Treiberschaltungen notwendig. Die Sprachsignal-Treiberschaltung und die Datensignal-Treiberschaltung werden zudem in unterschiedlichen Halbleiter-Technologien realisiert. Daher ist eine Integration auf einem Halbleiterchip nur schwer möglich und die Herstellungskosten für die in Fig. 1 dargestellte Schaltungsanordnung sind relativ hoch.

[0012] Ein weiterer Nachteil der in Fig. 1 dargestellten herkömmlichen Schaltungsanordnung zum Treiben von Sprach- und Datensignalen besteht darin, dass aufgrund der relativ niedrigen Betriebsspannung der Datensignal-Treiberschaltung ein Transformator vorgesehen werden muss, der nicht in einem Halbleiterchip integrierbar ist. Dieser Transformator benötigt relativ viel Platz und ist nur mit relativ hohem Aufwand zu fertigen.

[0013] Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die Sprachsignal-Treiberschaltung in einer Hochvolt-Technologie hergestellt werden muss. Bei der Hochvolt-Technologie sind relativ große Bauteildimensionen notwendig, die zu hohen parasitären Kapazitäten führen. Darüber hinaus weisen die in Hochvolt-Technologie ausgeführten Transistoren relativ hohe Schichtdicken auf und sind somit relativ langsam.

[0014] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Breitband-Treiberschaltung zu schaffen, die sowohl für ein Treiben von Sprach- und Datensignalen geeignet ist und die mit einem schaltungstechnisch geringen Aufwand herstellbar ist.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine

Breitband-Treiberschaltung mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0016] Die Erfindung schafft eine Breitband-Treiberschaltung zum Treiben von Sprach- und Datensignalen mit: einer Stromaufteilungsschaltung, die einen durch eine Stromquelle erzeugten Strom in Abhängigkeit von einem an einem Signaleingang anliegenden Sprach- und Datensignal in zwei Basisströme zum Ansteuern eines ersten Treibertransistors und eines zweiten Treibertransistors aufteilt, wobei die beiden Treibertransistoren gleichartig aufgebaut sind und wobei die Stromaufteilungsschaltung der Breitband-Treiberschaltung einen NPN-Bipolartransistor auf, dessen Basisanschluss mit einem Signalausgang des Regelverstärkers verbunden ist, dessen Kollektoranschluss an den Kaskode-Transistor angeschlossen ist, und dessen Emitteranschluss mit einem Basisanschluss des ersten Treibertransistors verbunden ist.

[0017] Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Treibertransistoren im Gegensatz zu den komplementär aufgebauten Treiberschaltungen nach dem Stand der Technik zwei gleichartig aufgebaute Treibertransistoren besitzt. Hierdurch sind bei der Herstellung der Treiberschaltung weniger Verfahrensschritte notwendig, so dass die Herstellungskosten insgesamt sinken.

[0018] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung besteht darin, dass die Treiberschaltung lediglich eine Stromquelle zur Ansteuerung der beiden Treibertransistoren benötigt, so dass die Verlustleistung sinkt und bei der Integration der Schaltung eine Flächeneersparnis erreicht wird.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung weisen die beiden Treibertransistoren eine hohe Spannungsfestigkeit auf.

[0020] Dies bietet den besonderen Vorteil, dass die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung mit einer relativ hohen Versorgungsspannung betrieben werden kann, so dass das Nachschalten eines Transformators überflüssig wird. Hierdurch wird die Integration erleichtert und die Herstellungskosten werden abgesenkt.

[0021] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die beiden Treibertransistoren eine niedrige Transitfrequenz auf.

[0022] Bei den Treibertransistoren handelt es sich vorzugsweise um NPN-Bipolartransistoren.

[0023] NPN-Bipolartransistoren zeichnen sich gegenüber PNP-Bipolartransistoren physikalisch bedingt durch eine höhere Schaltgeschwindigkeit aus.

[0024] Der Signaleingang der Breitband-Treiberschaltung ist vorzugsweise mit einem Regelverstärker verbunden.

[0025] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung weist die Stromaufteilungsschaltung einen mit der Stromquelle verbundenen Kaskode-Transistor auf.

[0026] Der Kaskode-Transistor der Stromaufteilungsschaltung weist vorzugsweise einen Basisanschluss auf, der an einer Spannungsquelle anliegt, einen Emitteranschluss, der an die Stromquelle angeschlossen ist sowie einen Kollektoranschluss, der mit dem Basisanschluss des zweiten Treibertransistors verbunden ist.

[0027] Der Basisanschluss und der Emitteranschluss der beiden Treibertransistoren ist vorzugsweise jeweils über einen Widerstand miteinander verbunden.

[0028] Die beiden Treibertransistoren der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung weisen bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform jeweils einen Mess-Transistor auf.

[0029] Die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung weist bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ei-

nen Ruhestromregler zum Regeln des Ruhestroms der Stromquelle auf.

[0030] Das Vorsehen einer Ruhestromregelung bietet den Vorteil, dass eine Temperaturabhängigkeit der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung vermieden wird.

[0031] Der Kaskode-Transistor ist vorzugsweise ein PNP-Bipolartransistor.

[0032] Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Kaskode-Transistor ein PMOSFET.

[0033] Die Stromquelle ist bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ein PMOSFET oder ein PNP-Bipolartransistor.

[0034] Dies hat den Vorteil, dass der Stromquellentransistor eine niedrigere Transitfrequenz aufweisen kann als ein NPN-Transistor.

[0035] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung sind die beiden Treibertransistoren Darlington-Transistoren.

[0036] Die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung treibt vorzugsweise Sprach- und Datensignale in einem Frequenzbandbereich von 0 bis 1,1 MHz.

[0037] Der Emitteranschluss des ersten Treibertransistors und der Kollektoranschluss des zweiten Treibertransistors sind vorzugsweise an einen Signalausgang der Breitband-Treiberschaltung angeschlossen.

[0038] Der Signaleingang der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung ist vorzugsweise an einen Vorverstärker angeschlossen.

[0039] Der Signalausgang der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung ist vorzugsweise über einen Widerstand mit einer Endgerät-Telefonanschlussleitung zum Anschluss eines Endgeräts verbunden.

[0040] Durch den Widerstand werden Signalreflexionen auf den Endgerätanschlussleitungen vermieden.

[0041] Die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung wird vorzugsweise zum Treiben von xDSL-Signalen verwendet.

[0042] Die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung wird vorzugsweise in einer Breitband-SLIC-Schaltung für xDSL-Signale eingesetzt.

[0043] Im weiteren werden bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale beschrieben.

[0044] Es zeigen:

[0045] Fig. 1 eine Schaltungsanordnung zum Treiben von digitalen Sprach- und Datensignalen nach dem Stand der Technik;

[0046] Fig. 2 eine Schaltungsanordnung zum Treiben von digitalen Sprach- und Datensignalen mit einer Breitband-SLIC-Schaltung, in der die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung enthalten ist;

[0047] Fig. 3 ein Schaltkreisdiagramm der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung;

[0048] Fig. 4 ein Schaltkreisdiagramm einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung;

[0049] Fig. 5a ein Schaltkreisdiagramm einer besonders bevorzugten Ausführungsform der in der Breitband-Treiberschaltung enthaltenen Treibertransistoren;

[0050] Fig. 5b eine Stromkennlinie des in Fig. 5a dargestellten bevorzugten Treibertransistors.

[0051] Fig. 6a ein Schaltkreisdiagramm eines Darlington-Treibertransistors.

[0052] Fig. 6b eine Stromkennlinie des in Fig. 6a dargestellten Darlington-Transistors

[0053] Fig. 2 zeigt eine Schaltungsanordnung zum Treiben von digitalen Sprachsignalen und digitalen Datensigna-

len mit einer Breitband-SLIC-Schaltung, die zwei Breitband-Treiberschaltungen gemäss der Erfindung enthält.

[0054] Die digitalen Sprachsignale werden über Signalleitungen 1 an einen digitalen Signalprozessor 2 übertragen, der ferner einen Anschluss zum Austausch von digitalen Datensignalen über Signalleitungen 3 besitzt. Der digitale Signalprozessor 2 weist einen Versorgungsspannungsanschluss 4 zum Anlegen einer positiven Versorgungsspannung, beispielsweise 5 V, auf. Ferner ist der digitale Signalprozessor 2 über einen Erdungsanschluss 5 geerdet. Über Leitungen 6, 7 ist der digitale Signalprozessor 2 mit zwei Eingängen 8, 9 einer Breitband-SLIC-Schaltung 10 verbunden.

[0055] Die Breitband-SLIC-Schaltung 10 ist voll differentiell aufgebaut und enthält eine Vorverstärkerstufe 11. Die Vorverstärkerstufe 11 hat einen nicht invertierenden Eingang 12 und einen invertierenden Eingang 13 sowie zwei Signalausgänge 14, 15. Der nicht invertierende Signaleingang 12 ist über einen Widerstand 13 mit dem Signaleingang 8 der Breitband-SLIC-Schaltung 10 verbunden und der invertierende Eingang 13 des Vorverstärkers 11 liegt über einen Widerstand 14 an dem zweiten Signaleingang 9 der Breitband-SLIC-Schaltung 10 an. Der Vorverstärker 11 wird über Versorgungsspannungsleitungen 16, 17 und Versorgungsspannungsanschlüsse 18, 19 mit einer hohen Versorgungsspannung von +60 V am positiven Versorgungsspannungsanschluss 18 und -70 V am negativen Versorgungsspannungsanschluss 19 mit Spannung versorgt. Der Signalausgang 14 des Vorverstärkers 11 ist über eine Leitung 20 mit dem nicht invertierenden Eingang 21a einer Breitband-Treiberschaltung 22a gemäss der Erfindung verbunden. Der zweite Signalausgang 15 des Vorverstärkers 11 liegt über eine Leitung 20b an dem nicht invertierenden Eingang 21b an der zweiten Breitband-Treiberschaltung 22b gemäss der Erfindung an. Die Verbindungsleitungen 20a, 20b sind jeweils über Widerstände 23, 24 mit dem invertierenden Signaleingang 13 und dem nicht invertierenden Eingang 12 des Vorverstärkers 11 verbunden. Die Signalverstärkung des Vorverstärkers 11 wird durch die Dimensionierung der Widerstände 13, 14, 23, 24 bestimmt.

[0056] Die beiden in der Breitband-SLIC-Schaltung 10 enthaltenen erfindungsgemässen Breitband-Treiberschaltungen 22a, 22b weisen jeweils invertierende Eingänge 25a, 25b auf. Die Signalausgänge 26a, 26b sind jeweils über Signalausgangsleitungen 27a, 27b mit den beiden Signalausgängen 28a, 28b der Breitband-SLIC-Schaltung 10 verbunden. Die Signalausgangsleitungen 27a, 27b sind jeweils über Rückkoppelleitungen 29a, 29b an die invertierenden Eingänge 25a, 25b der beiden Breitband-Treiberschaltungen 22a, 22b rückgekoppelt. Die beiden Breitband-Treiberschaltungen 22a, 22b werden jeweils über Spannungsversorgungsleitungen 30a, 30b mit einer positiven Versorgungsspannung V_p versorgt und über negative Versorgungsspannungsleitungen 31a, 31b mit einer negativen Versorgungsspannung V_n . Ausgangsseitig ist die Breitband-SLIC-Schaltung 10 über Widerstände 32, 33 an die Anschlussleitungen 34, 35 zum Anschluss eines Endgeräts 36 verbunden. Bei den Anschlussleitungen 34, 35 handelt es sich beispielsweise um verdrehte Zweidrahtleitungen zum Anschluss eines Telefon-Endgeräts oder Modems 36.

[0057] Wie man Fig. 2 entnehmen kann, werden die beiden Breitband-Treiberschaltungen 22a, 22b, die einen Teil der Breitband-SLIC-Schaltung 10 bilden, sowohl zur Übertragung von Sprach- als auch von Datensignalen eingesetzt. An den beiden Signaleingängen 21a, 21b der beiden Breitband-Treiberschaltungen 22a, 22b liegt jeweils ein Signalgemisch aus Gleichspannungssignalen, niederfrequenten Sprachsignalen sowie hochfrequenten Datensignalen an.

Die beiden Treiberschaltungen 22a, 22b werden mit einer dem erforderlichen Spannungshub entsprechenden Versorgungsspannung $\Delta V = V_p - V_n$ versorgt. Die in den Endgerätsanschlussleitungen 34, 35 vorgesehenen Widerstände 32, 33 dienen zur Unterdrückung von Signalreflexionen.

[0058] Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Breitband-Treiberschaltung 22. Die Breitband-Treiberschaltung 22 gemäss der Erfindung enthält eine Stromaufteilungsschaltung 37, die einen durch eine Stromquelle 38 erzeugten Strom in Abhängigkeit von einem an dem Signaleingang 21 anliegenden Sprach- und Datensignal in zwei Basisströme Ib1, Ib2 zum Ansteuern eines ersten Treibertransistors 39 und eines zweiten Treibertransistors 40 aufteilt. Die beiden Treibertransistoren 29 und 40 sind dabei gleichartig aufgebaut. Vorzugsweise handelt es sich bei beiden Treibertransistoren 39, 40 um schnelle NPN-Bipolartransistoren. Der technologisch gleichartige Aufbau der beiden Treibertransistoren 39, 40 ermöglicht es bei der Herstellung der Breitband-Treiberschaltung 22, einige Herstellungsverfahrensschritte einzusparen, so dass die Herstellungskosten insgesamt absinken.

[0059] Die Stromaufteilungsschaltung 37 enthält einen Kaskode-Transistor 41, der mit der Stromquelle 38 über eine Leitung 42 verbunden ist. Die Stromaufteilungsschaltung 37 enthält ferner einen NPN-Bipolartransistor 43, dessen Kollektoranschluss 44 über eine Leitung 45 mit dem Emitteranschluss 46 des Kaskode-Transistors 41 verbunden ist. Ein Basisanschluss 47 des NPN-Transistors 43 liegt über eine Leitung 48 an einem Signalausgang 49 eines differentiell aufgebauten Regelverstärkers 50 an. Der Transistor 43 kann alternativ ein NMOS-Transistor sein. Der Emitteranschluss 51 der Stromaufteilungsschaltung 37 ist über eine Basisanschlussleitung 52 mit der Basis 53 des ersten Treibertransistors 39 verbunden.

[0060] Der Basisanschluss 54 des Kaskode-Transistors 41 wird über eine Leitung 55 an ein Bauelement 56 zur Erzeugung einer festen Spannung V_1 angeschlossen. Die Stromquelle 38 liegt über eine Leitung 57 und das spannungserzeugende Bauelement 56 über eine Leitung 58 an einer Versorgungsspannungsleitung 59 an, die über eine interne Leitung 60 an den positiven Versorgungsspannungsanschluss 30 der erfindungsgemässen Breitband-Treiberschaltung 22 angeschlossen ist.

[0061] Der Ruhestrom der Stromquelle 38 ist über eine Einstell-Leitung 61 durch eine Ruhestrom-Regelschaltung 62 einstellbar. Die Ruhestrom-Regelschaltung 62 gleicht Ruhestromveränderungen aufgrund von Temperaturschwankungen aus. Hierzu ist die Ruhestrom-Regelschaltung 62 über Strommessleitungen 63, 64 mit Strom-Messtransistoren 65, 66 verbunden, die mit den Ausgangs-Treibertransistoren 39, 40 integriert sind. Der Basisanschluss 53 des ersten Treibertransistors 39 ist mit dem Basisanschluss 68 des Strom-Messtransistors 67 über eine Basisanschluss-Verbindungsleitung 69 verbunden. Die Basisanschluss-Verbindungsleitung 69 liegt über die Leitung 52 an der Stromaufteilungsschaltung 37 an. Der Treibertransistor 39 weist ferner einen Kollektoranschluss 70 auf, der an die Stromversorgungsleitung 59 angeschlossen ist. Der Emitteranschluss 71 des ersten Treibertransistors 39 ist über einen Widerstand 72 an die Basisverbindungsleitung 69 angeschlossen. Ferner liegt der Emitteranschluss 71 des Treibertransistors 39 an dem Emitteranschluss 72 des zugehörigen Strom-Messtransistors 65 an. Der Emitteranschluss 71 des ersten Treibertransistors 39 liegt über eine Signalleitung 73 an dem Kollektoranschluss 74 des zweiten Treibertransistors 40 an. Die Signalleitung 73 besitzt einen Verzweigungsknoten 75, der über eine Leitung 76 an dem Signalausgang 26 der erfindungsgemässen Breitband-Treiberschaltung 22 angeschlossen

sen ist.

[0062] Der zweite Treibertransistor 40 besitzt ferner einen Basisanschluss 77, der über eine Basisverbindungsleitung 78 an einen Basisanschluss 79 des zugehörigen Strom-Messtransistors 66 angeschlossen ist. Der Kollektoranschluss 80 des Strom-Messtransistors 66 ist über die Strom-Messleitung 64 mit dem Ruhestrom-Regelschaltkreis 62 verbunden. Der Emitteranschluss 81 des zweiten Treibertransistors 40 liegt über einen Widerstand 82 an der Basis-Verbindungsleitung 78 an. Ferner ist der Emitteranschluss 81 des Treibertransistors 40 über eine Leitung 83 an den Emitter 84 des Strom-Messtransistors 66 angeschlossen. Die Basisanschluss-Verbindungsleitung 78 ist über eine Basisstrom-Versorgungsleitung 85 mit dem Kollektor 86 des Kaskode-Transistors 41 innerhalb der Stromaufteilungs-schaltung 37 verbunden. Der Emitteranschluss 81 des zweiten Treibertransistors 40 liegt über eine Versorgungsspannungs-leitung 87 an dem Versorgungsspannungsanschluss 31 zum Anlegen einer negativen Versorgungsspannung V_n an. [0063] Der Regelverstärker 50 besitzt einen invertierenden Eingang 88 und einen nicht invertierenden Eingang 89. Ferner besitzt der Regelverstärker 50 neben dem nicht-invertierenden Signalausgang 48 einen invertierenden Signalausgang 90, der über einen Kondensator 91 mit der Basisstromanschlussleitung 85 für den zweiten Treibertransistor 40 verbunden ist. Dieser Kondensator 91 dient zur Umgehung des Kaskode-Transistors 41 für hohe Frequenzen. Der invertierende Eingang 88 des Regelverstärkers 50 ist über eine interne Leitung 92 an den invertierenden Eingang 25 der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung 22 angeschlossen. Der nicht invertierende Eingang 89 ist über eine interne Signalleitung 93 mit dem nicht-invertierenden Eingangsanschluss 21 der Breitband-Treiberschaltung 22 verbunden.

[0064] Die beiden Treibertransistoren 39, 40 sind jeweils als NPN-Bipolartransistoren ausgebildet. Es handelt sich dabei vorzugsweise um Bipolartransistoren mit einer relativ niedrigen Transitfrequenz von 200 MHz, die sich durch besonders hohe Spannungsfestigkeit auszeichnen. Die beiden über die Leitung 73 in Reihe geschalteten Treibertransistoren 39, 40 werden die Versorgungsspannungsanschlüsse 30, 31 mit einer positiven Versorgungsspannung V_p und einer negativen Versorgungsspannung V_n mit Spannung versorgt. Aufgrund ihrer hohen Spannungsfestigkeit kann die an den beiden Spannungsanschlüssen 30, 31 angelegte Versorgungsspannung entsprechend hoch sein. Die Breitband-SLIC-Schaltung 10, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, die zwei erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltungen 22a, 22b enthält, kann daher die für die Gleichspannungs- und Sprachsignalübertragung notwendigen hohen Signalspannungen von bis zu 150 V verarbeiten.

[0065] Durch die Stromaufteilungs-schaltung 37 wird der von der einzigen Stromquelle 38 erzeugte Quellenstrom I_Q in zwei Basisströme I_{b1} , I_{b2} in Abhängigkeit von dem am Signaleingang 21 anliegenden Eingangssignal aufgeteilt. Durch die Aufteilung des Quellenstroms I_Q in die beiden Basisströme I_{b1} , I_{b2} , die über die Leitungen 52 bzw. 85 zu den Basisanschlüssen 53, 77 der beiden Treibertransistoren 39, 40 fließen, werden die beiden Treibertransistoren 39, 40 wechselweise auf- bzw. zugesteuert.

[0066] Die Fig. 5a, 5b zeigen den Aufbau und die Übertragungsstromkennlinie der beiden Treibertransistoren 39, 40.

[0067] Die Basisstromaufteilung durch die Stromaufteilungs-schaltung 37 wird durch den Regelverstärker 50 gesteuert. Die Stromhöhe des von der Stromquelle 38 abgegebenen Quellenstroms I_Q sowie der beiden Basis-Teilströme I_{b1} , I_{b2} wird so festgelegt, dass man für den Fall $I_{b1} \approx I_{b2}$, das heißt im laststromlosen Fall, der Ruhestrom I_R etwas

oberhalb des in Fig. 5b dargestellten Knickpunktes am Anfang des linearen Kennlinienbereichs B liegt. Dies bietet den besonderen Vorteil, dass einerseits der Übertragungstransistor nicht mehr in dem nicht linearen Knickbereich der Übertragungsstromkennlinie arbeitet und andererseits bei Erreichen des maximalen Ausgangsstromes der jeweils andere Signalpfad nicht völlig stromlos wird.

[0068] Für den Kennlinienbereich A gilt:

$$I_e = I_Q$$

[0069] Für den Kennlinienbereich B des Treibertransistors gilt:

$$I_e = U_{be}/R + I_b(\beta + 1),$$

wobei U_{be} die Basisemitterspannung ist, R der zwischen Basis- und Emitteranschluss vorgesehene Widerstand, I_b der zugeführte Basisstrom und β ein vorgegebener Verstärkungsfaktor ist.

[0070] Da die Basisemitterspannung U_{be} sowie der Stromverstärkungskoeffizient β temperaturabhängig sind, ist es notwendig, den durch die Stromquelle erzeugten Ruhestrom I_R auf die gewünschte Stromhöhe nachzuregeln. Dies geschieht mit Hilfe der Ruhestrom-Regelschaltung 62, die von den Strom-Messtransistoren 67, 66 Messströme zum Nachregeln des Ruhestroms erhält.

[0071] Fig. 4 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung 23.

[0072] Bei der in Fig. 4 gezeigten besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Stromquelle 38 durch einen gesteuerten PMOSFET-Transistor gebildet. Auch der Kaskode-Transistor 41 innerhalb der Stromaufteilungs-schaltung 37 besteht aus einem PMOSFET-Transistor. Die Treibertransistoren 39, 40 werden durch Darlingtons-Transistoren gebildet, deren Aufbau in Übertragungsstromkennlinien in Fig. 6 dargestellt sind.

[0073] Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform ist der Signalausgang 26 über den invertierenden Eingang 25 und eine zusätzliche Verstärkerstufe 94 rückgekoppelt. Hierzu weist die zusätzliche Verstärkerstufe 94 einen invertierenden Eingang 95 auf, der mit dem invertierenden Eingang 25 über eine Leitung 96 verbunden ist. Ferner weist die zusätzliche Verstärkerstufe 94 einen nicht invertierenden Eingang 97 auf, der über die Leitung 20 mit dem Signalausgang 14 bzw. 15 der voll differentiellen Vorverstärkerstufe 11 verbunden ist. Der als Spannungsfolger geschaltete Regelverstärker 50 wird in die Schleife mit dem Verstärker 94 verschachtelt, um eine Reduktion des Ausgangswiderstandes der Breitband-Treiberschaltung 22 zu erreichen.

[0074] Der Signalausgang 49 des Regelverstärkers 50 wird bei der in Fig. 4 gezeigten besonders bevorzugten Ausführungsform über einen Kondensator 98 an den invertierenden Eingang 88 rückgekoppelt. Ferner ist zwischen dem invertierenden Eingang 88 und dem Anschluss 25 ein Widerstand 99 vorgesehen. Durch die aus dem Kondensator 98 und dem Widerstand 99 bestehende Rückkopplung wird der Regelverstärker 50 derart geschaltet, dass ein Schwingen verhindert und die Schaltung insgesamt stabilisiert wird.

[0075] In Fig. 4 ist der Aufbau einer besonders bevorzugten Ruhestromregelung 62 dargestellt. Die Ruhestrom-Regelungsschaltung 62 enthält einen Verstärker 100, einen Kondensator 101 sowie einen Widerstand 102, die zusammen eine Integratorschaltung 103 bilden. Der Signalausgang 104 der Integratorschaltung 103 liegt über die Einstellleitung 61 an dem Gateanschluss des Stromquellen-MOSFETs 38 an. Der Verstärker 100 besitzt einen invertierenden

Eingang **105**, der über den Widerstand **102** an einen Knoten **106** geschaltet ist. Der Verstärker **100** weist ferner einen nicht invertierenden Eingang **107** auf, der über eine Leitung **108** und ein Bauteil **109** zur Erzeugung einer ersten Spannung **V2** geschaltet ist. Der Knoten **106** liegt über eine Stromquelle **110** an Masse an. Darüber hinaus ist der Knoten **106** an die Emitteranschlüsse von zwei parallel geschalteten NPN-Transistoren **111**, **112** geschaltet. Die Kollektoranschlüsse der NPN-Transistoren **111**, **112** liegen an der positiven Stromversorgungsleitung **59** an. Die Basisanschlüsse der beiden parallel geschalteten NPN-Transistoren **111**, **112** sind über Basisanschlussleitungen **113**, **114** und die Strom-Messleitungen **63**, **64** mit den Strom-Messtransistoren **66**, **67** verbunden. Die Strom-Messleitungen **63**, **64** liegen über Widerstände **115**, **116** ebenfalls an der positiven Stromversorgungsleitung **59** an. Die Ruhestromregelung erfolgt durch Stromspannungswandlung der skalierten Ausgangsteilströme und deren Gleichrichtung mittels der NPN-Transistoren **111**, **112**. Der jeweils kleinere Strom wird zur Integration durch die Integratorschaltung **103** herangezogen. Der Ausgang des Verstärkers **100** steuert den als Stromquelle arbeitenden MOSFET-Transistor **38**.

[0076] Bei der in Fig. 4 dargestellten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung **22** werden anstatt gewöhnlicher Bipolar-Transistoren Darlington-Transistoren für die Treiberausgangstransistoren **39**, **40** eingesetzt, um höhere Ausgangsströme von beispielsweise 0,25 Ampere zu erreichen.

[0077] Die Fig. 6a zeigt den schaltungstechnischen Aufbau eines derartigen Darlington-Transistors. Fig. 6b stellt die zugehörige Stromkennlinie des Darlington-Transistors dar. Der Darlington-Transistor **39**, wie er in Fig. 6a dargestellt ist, besitzt eine Stromübertragungskennlinie mit drei Knickpunkten. Durch die Art und Weise der Widerstandsbeschaltung der Widerstände **117**, **118**, **119** können die Knickpunkte zwischen den Kennlinienbereichen sowie deren Steigung festgelegt werden. Die Darlington-Transistoren sind gleichartig aufgebaut und werden wechselweise über Basisströme angesteuert, die über die Leitungen **52**, **85** durch die Stromaufteilungsschaltung **37** geliefert werden.

[0078] Das Treiberschaltungsprinzip ermöglicht, bezogen auf die vergleichsweise niedrige Transitfrequenz der Treibertransistoren **39**, **40** (von 200 MHz), eine Signalübertragung bis zu einer Frequenz von $1,1 \text{ MHz/V}_p = 38 \text{ V}/100 \Omega$ eine sehr hohe Linearität von 60 dB bei der Signalübertragung.

[0079] Die Treibertransistoren **39**, **40** sind gleichartig aufgebaut und zeichnen sich durch eine besonders hohe Spannungsfestigkeit aus.

[0080] Die erfindungsgemäßen Breitband-Treiberschaltung **22** eignet sich sowohl zum Treiben von Gleichspannungssignalen und niederfrequenten Sprachsignalen als auch von hochfrequenten Datensignalen.

[0081] Da die Treibertransistoren **39**, **40** im Gegensatz zu komplementären Treiberschaltungen gleichartig aufgebaut sind, beispielsweise als NPN-Transistoren, ist die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung **22** mit weniger Verfahrensschritten herstellbar und gut integrierbar. Der Ruhestrom-Regelschaltkreis **62** gleicht Temperaturschwankungen aus.

[0082] Durch die Verwendung von Darlington-Transistoren als Ausgangstreiber-Transistoren **39**, **40** können höhere Ausgangsströme durch die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung **22** geliefert werden.

[0083] Durch integrierte Rückkoppelschaltungen ist die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung **22** besonders stabil, so dass ein Schwingen der Schaltung unterdrückt wird. Da die Breitband-Treiberschaltung **22** lediglich eine

Stromquelle benötigt, die aus einem MOSFET **38** besteht, wird die Verlustleistung minimiert und bei Integration der Chipfläche eingespart.

[0084] Die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung **22** eignet sich als Treiberschaltung für beliebige Signale, wobei sie sich durch eine besonders hohe Frequenzbandbreite und eine hohe Linearität auszeichnet. Die erfindungsgemäße Breitband-Treiberschaltung **22** ist dabei im Vergleich zu Treiberschaltungen, die in Hochvolt und Komplementärtechnologie hergestellt werden, mit niedrigeren Herstellungskosten herstellbar.

[0085] Insbesondere eignet sich die Breitband-Treiberschaltung **22** für den Einsatz innerhalb einer Breitband-SLIC-Schaltung **10** zum Treiben von xDSL-Signalen.

Bezugszeichenliste

- 1 Sprachsignalleitungen
- 2 DSP
- 3 Datensignalleitungen
- 4 Stromversorgungsanschluss
- 5 Erdungsleitung
- 6 Leitung
- 7 Leitung
- 8 Anschluss
- 9 Anschluss
- 10 Breitband-SLIC-Schaltung
- 11 Vorverstärker
- 12 Nicht invertierender Eingang
- 13 Invertierender Eingang
- 14 Signalausgang
- 15 Signalausgang
- 16 Stromversorgungsleitung
- 17 Stromversorgungsleitung
- 18 Stromversorgungsanschluss
- 19 Stromversorgungsanschluss
- 20 Leitungen
- 21 Signalausgangsleitungen
- 22 Breitband-Treiberschaltung
- 23 Widerstand
- 24 Widerstand
- 25 Invertierender Eingang
- 26 Signalausgang
- 27 Signalausgangsleitung
- 28 Signalausgang der Breitband-SLIC-Schaltung
- 29 Rückkoppelleitung
- 30 Positiver Stromversorgungsanschluss
- 31 Negativer Stromversorgungsanschluss
- 32 Widerstand
- 33 Widerstand
- 34 Anschlussleitung
- 35 Anschlussleitung
- 36 Endgerät
- 37 Stromaufteilungsschaltung
- 38 Stromquelle
- 39 Treibertransistor
- 40 Treibertransistor
- 41 Kaskode-Transistor
- 42 Leitung
- 43 Bipolar-Transistor
- 44 Anschluss
- 45 Leitung
- 46 Knoten
- 47 Basisanschluss
- 48 Leitung
- 49 Signalausgang
- 50 Regelverstärker
- 51 Emitteranschluss

52 Basisstromleitung
 53 Basisanschluss des Treibertransistors 39
 54 Anschluss des Kaskode-Transistors
 55 -
 56 Spannungsbauelement
 57 Leitung
 58 Leitung
 59 Positive Stromversorgungsleitung
 60 Leitung
 61 Einstell-Leitung
 62 Regelschaltung
 63 Strommessleitung
 64 Strommessleitung
 65 Strom-Messtransistor
 66 Strom-Messtransistor
 67 Strom-Messtransistor
 68 Basisanschluss
 69 -
 70 Kollektoranschluss
 71 Emitteranschluss
 72 Widerstand
 73 Leitung
 73a Leitung
 74 Knoten
 75 Knoten
 76 Leitung
 77 Basisanschluss
 78 Basisverbindungsleitung
 79 Basisanschluss
 80 Kollektoranschluss
 81 Emitteranschluss
 82 Widerstand
 83 Leitung
 84 Emitteranschluss
 85 Basisstromleitung
 86 Knoten
 87 -
 88 Invertierender Eingang
 89 Nicht invertierender Eingang
 90 Signalausgang
 91 Kondensator
 92 Leitung
 93 Leitung
 94 Verstärkerstufe
 95 Invertierender Eingang
 96 Leitung
 97 Nicht invertierender Eingang
 98 Kondensator
 99 Widerstand
 100 Verstärker
 101 Kondensator
 102 Widerstand
 103 Integratorschaltung
 104 Signalausgang
 105 Invertierender Eingang
 106 Knoten
 107 Nicht invertierender Eingang
 108 Leitung
 109 Spannungsbauelement
 110 Stromquelle
 111 Transistor
 112 Transistor
 115 Widerstand
 116 Widerstand
 117 Widerstand
 118 Widerstand
 119 Widerstand

1. Breitband-Treiberschaltung zum Treiben von Sprach- und Datensignalen, mit:
 5 einer Stromaufteilungsschaltung (37), die einen durch eine Stromquelle (38) erzeugten Strom in Abhängigkeit von einem an einem Signaleingang (21) anliegenden Sprach- und Datensignal in zwei Basisströme (Ib1, Ib2) zum Ansteuern eines ersten Treibertransistors (39) und eines zweiten Treibertransistors (40) aufteilt, wobei die beiden Treibertransistoren (39, 40) gleichartig aufgebaut sind und wobei die Stromaufteilungsschaltung (37) einen NPN-Bipolartransistor bzw. einen NMOS-Transistor (43) aufweist, dessen Basisanschluss bzw. Gateanschluss (47) mit einem Ausgang (49) eines Regelverstärkers (50), dessen Kollektor- bzw. Drainanschluss (44) an einen Kaskode-Transistor (41) angeschlossen ist und dessen Emitter- bzw. Sourceanschluss (51) mit dem Basisanschluss (53) des ersten Treibertransistors (39) verbunden ist.
2. Breitband-Treiberschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Treibertransistoren (39, 40) eine hohe Spannungsfestigkeit besitzen.
3. Breitband-Treiberschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Treibertransistoren (39, 40) eine niedrige Transitfrequenz aufweisen.
4. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Treibertransistoren (39, 40) NPN-Bipolartransistoren sind.
5. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ruhestrom (I_Q) der Stromquelle (38) einstellbar ist.
6. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromaufteilungsschaltung (37) den Kaskode-Transistor (41) aufweist, der mit der Stromquelle (38) verbunden ist.
7. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Signaleingang (21) an einen Regelverstärker (50) angeschlossen ist.
8. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kaskode-Transistor (41) einen Basisanschluss (54) aufweist, an dem eine feste Spannung anliegt, und einen zweiten Anschluss, der an der Stromquelle (38) anliegt sowie einen dritten Anschluss (86), der mit dem Basisanschluss (77) des zweiten Treibertransistors (40) verbunden ist.
9. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Basisanschluss (53, 77) und der Emitteranschluss (71, 81) der beiden Treibertransistoren (39, 40) jeweils über einen Widerstand (72, 82) verbunden ist.
10. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Treibertransistoren (39, 40) jeweils an einen Strom-Messtransistor (67, 66) angeschlossen sind.
11. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ruhestrom-Regelungsschaltung (62) zum Regeln des Ruhestroms (I_Q) der Stromquelle (38) vorgesehen ist.
12. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kaskode-Transistor (41) ein PNP-Bipolartransistor

ist.

13. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Kaskode-Transistor (41) ein PMOSFET ist.

5

14. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Treibertransistoren (39, 40) Darlington-Transistoren sind.

15. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breitband-Treiberschaltung Sprach- und Datensignale in einem Frequenzbandbereich von 0 bis 1,1 MHz treibt.

10

16. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Emitteranschluss (71) des ersten Treibertransistors (39) und der Kollektoranschluss (74) des zweiten Treibertransistors (40) an einen Signalausgang (26) der Breitband-Treiberschaltung (22) angeschlossen sind.

15

20

17. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Treibertransistoren (39, 40) mit einer Versorgungsspannung (VP, VN) von etwa 0 bis 80 V betreibbar sind.

25

18. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Signaleingang (21) der Breitband-Treiberschaltung (22) an einen weiteren Regelverstärker (94) angeschlossen ist.

30

19. Breitband-Treiberschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalausgang (26) über einen Widerstand (32; 33) mit einer Endgeräte-Anschlussleitung (34; 35) zum Anschluss eines Endgeräts (36) verbunden ist.

35

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

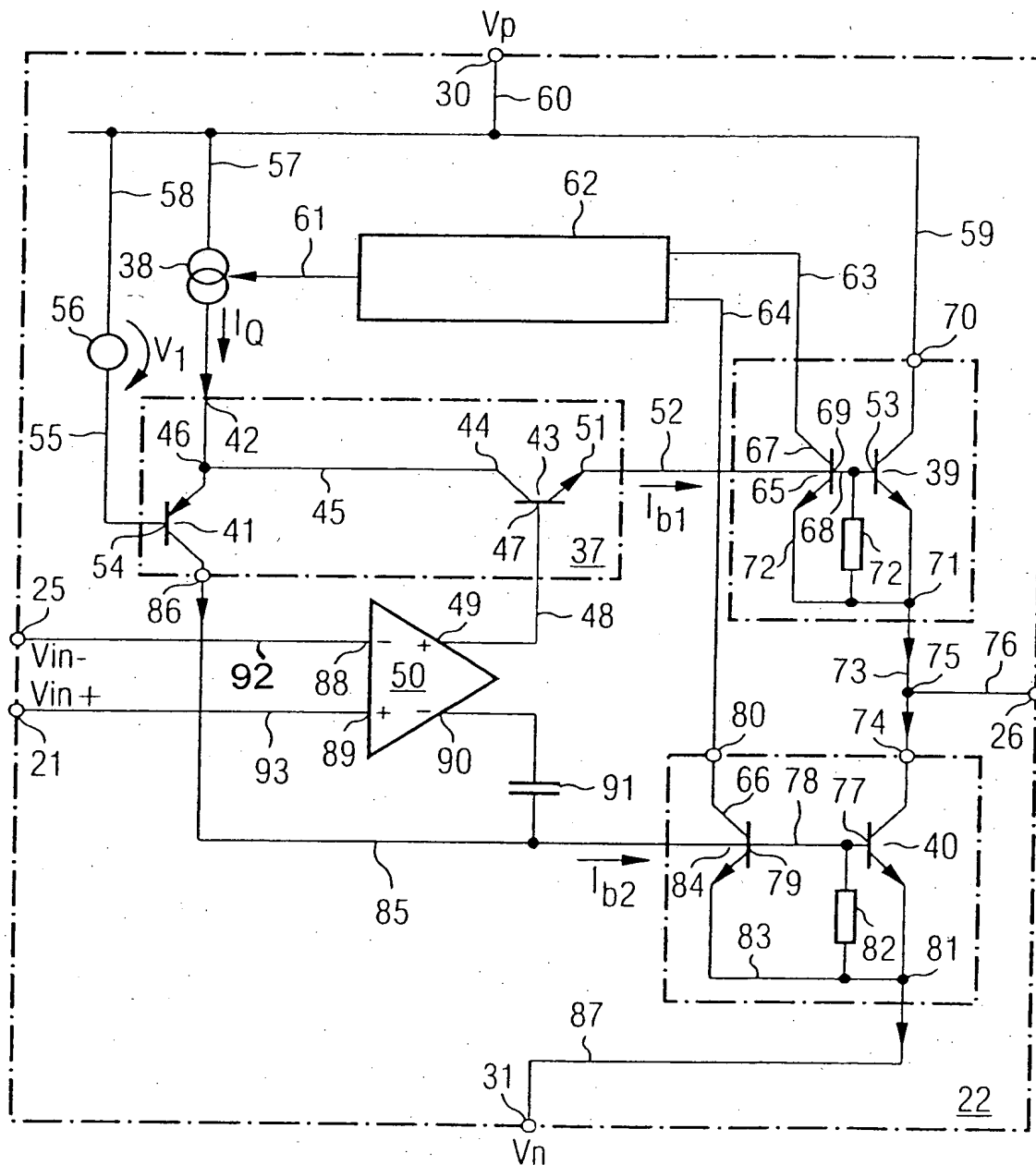
60

65

- Leerseite -

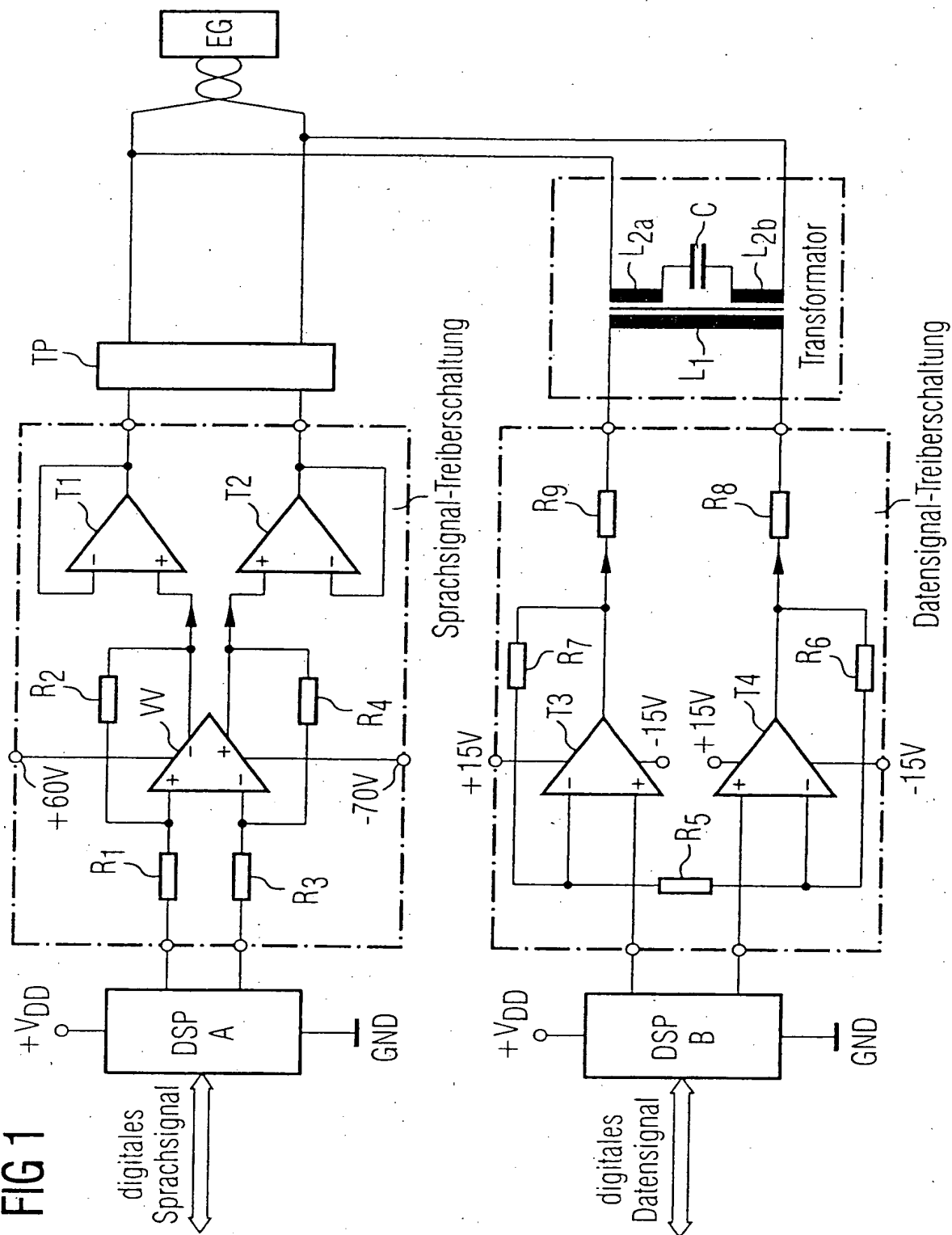
THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 3



Stand der Technik

FIG 1



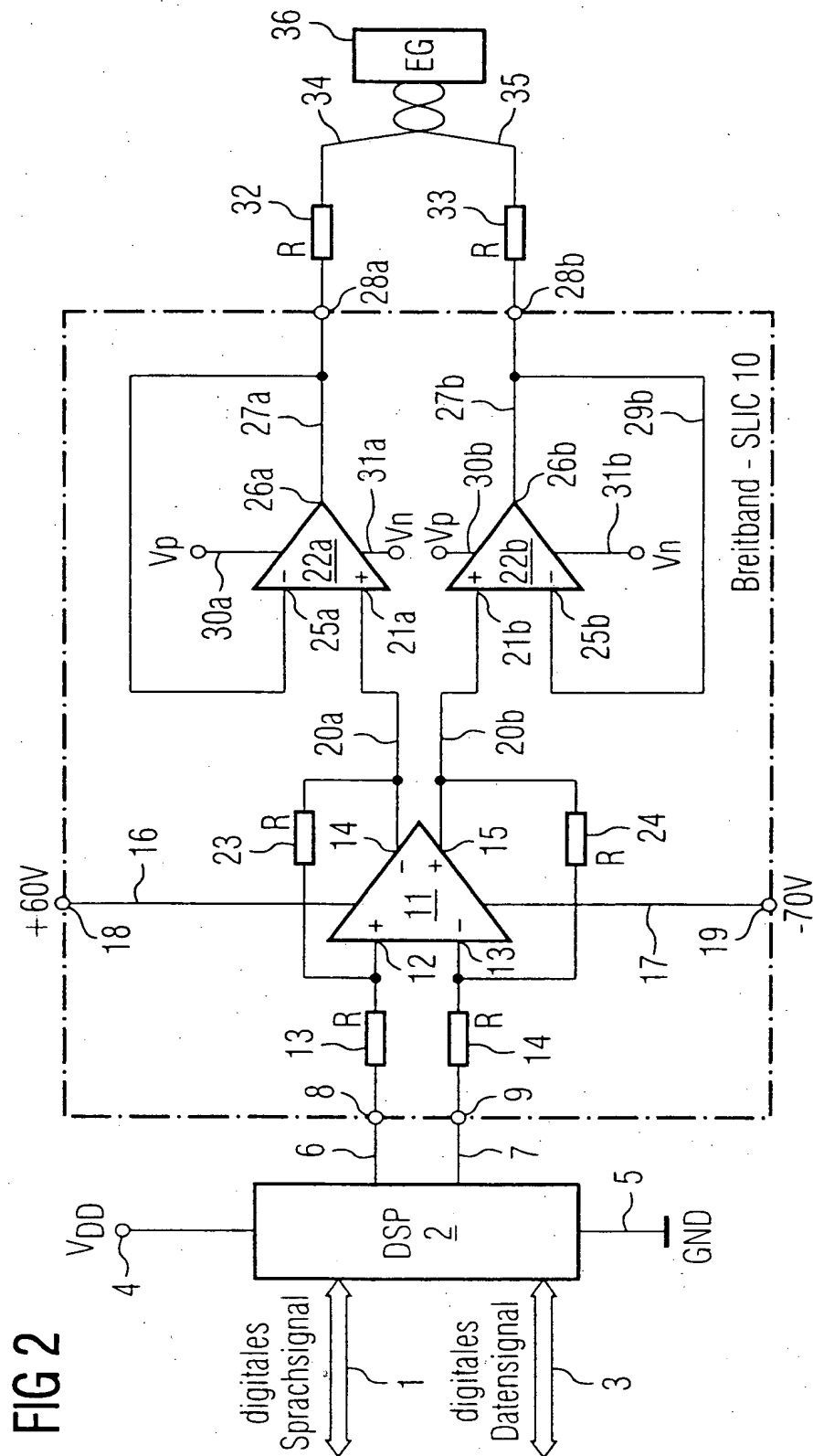


FIG 4

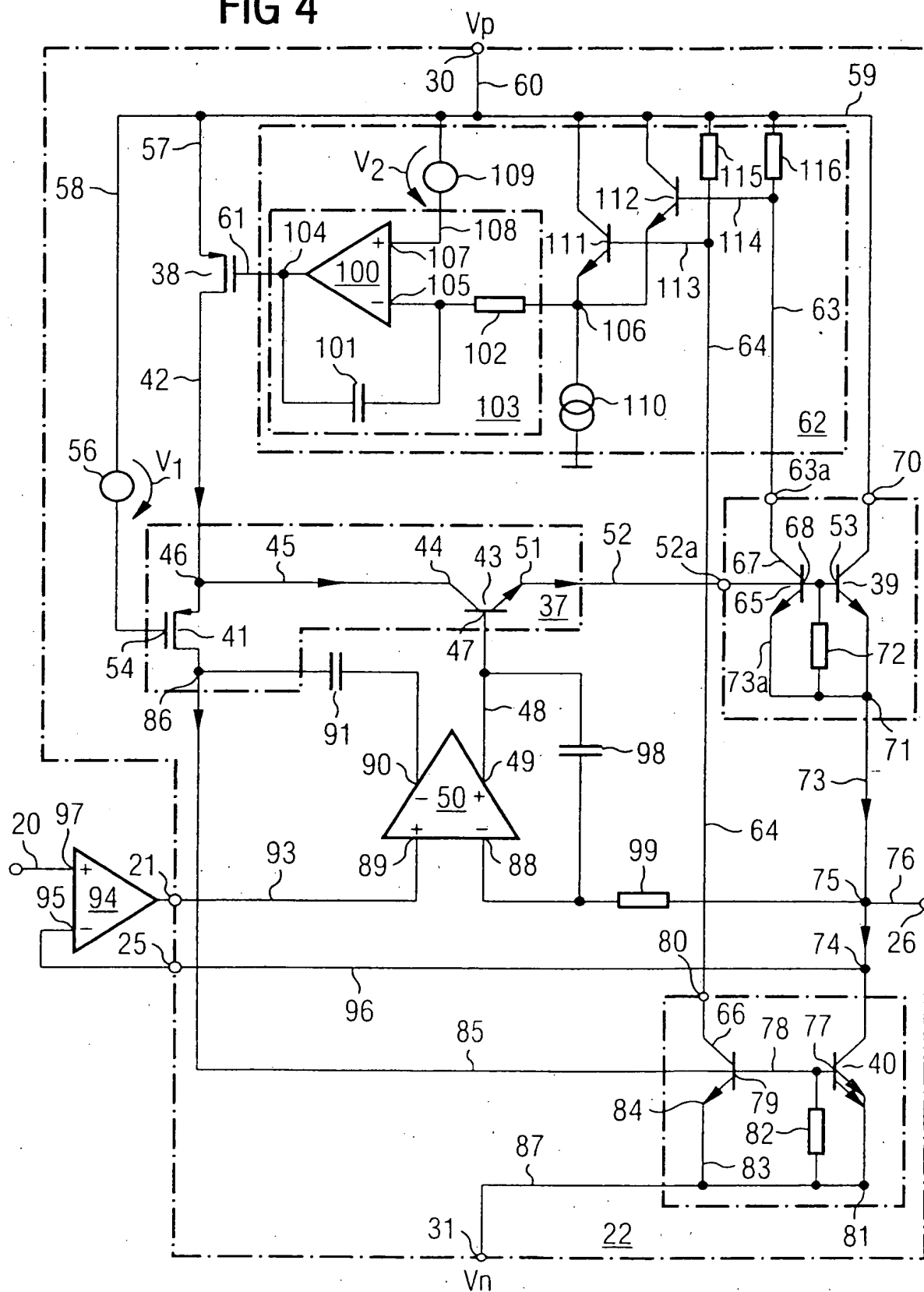
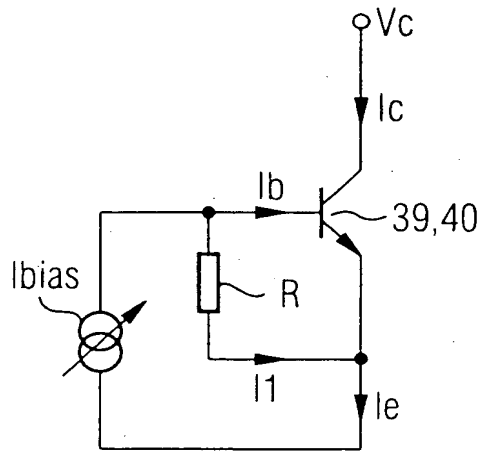
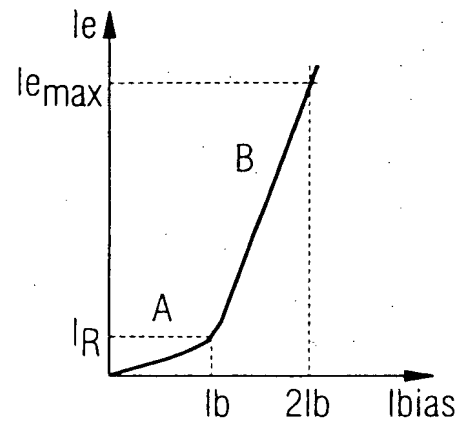


FIG 5A



Übertragungskennlinie

FIG 5B



Kennlinienbereich A: $I_e = I_Q$

Kennlinienbereich B: $I_e = U_{be}/R + I_b(\beta + 1)$

FIG 6A

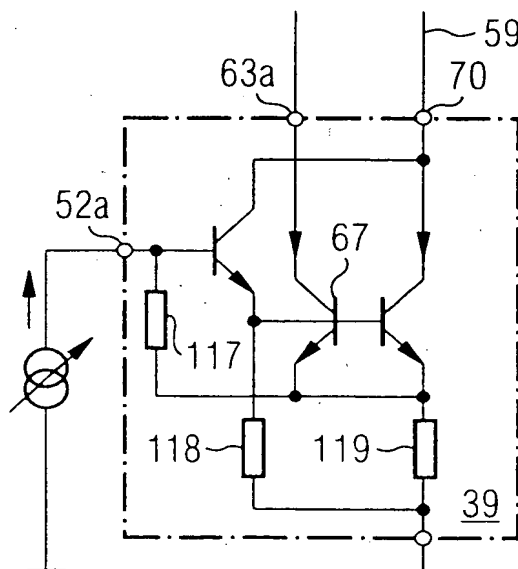


FIG 6B

